

REC'D 19 AUG 2003	
WIPO	PCT

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Best Available Copy

Aktenzeichen: 102 49 840.7

Anmeldetag: 25. Oktober 2002

Anmelder/Inhaber: ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE

Bezeichnung: Kraftstoff-Einspritzeinrichtung für Brennkraftmaschinen

IPC: F 02 M 47/02

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 14. Juli 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
im Auftrag

Agurks

R. 303666

25. Oktober 2002

5 Robert Bosch GmbH

Kraftstoff-Einspritzeinrichtung für Brennkraftmaschinen

10

Technisches Gebiet

15

20

25

30

Das Common-Rail-Einspritzsystem dient der Einspritzung von Kraftstoff in direkt einspritzende Verbrennungskraftmotoren. Bei diesem Speichereinspritzsystem sind Druckerzeugung und Einspritzung voneinander zeitlich und örtlich entkoppelt. Eine separate Hochdruckpumpe erzeugt den Einspritzdruck in einem zentralen Kraftstoff-Hochdruckspeicher. Der Einspritzbeginn und die Einspritzmenge werden durch Ansteuerzeitpunkt und -dauer von beispielsweise elektrisch betätigten Injektoren bestimmt, die über Kraftstoffleitungen mit dem Kraftstoff-Hochdruckspeicher verbunden sind. Vorteilhaft ist bei dem Common-Rail-Einspritzsystem, dass der Einspritzdruck an Last und Drehzahl angepasst wird. Die Kraftstoff-Einspritzung wird mit einem möglichst grossem Einspritzdruck vorgenommen. Ein hoher Einspritzdruck hat z. B. die Vorteile reduzierter Schadstoffemissionen, eines reduzierten Kraftstoffverbrauchs und hoher spezifischer Leistungen. Die maximalen Einspritzdrücke bei Common-Rail-Systemen sind durch die Hochdruckfestigkeit von Druckspeichern (rails) und Hochdruckpumpen auf ca. 1800 bar begrenzt. Zur weiteren Steigerung des Einspritzdruckes kann ein Druckverstärker im Injektor zum Einsatz kommen. Der Druckverstärker setzt durch eine hydraulische Übersetzung einen primären, von dem Druckspeicher zur Verfügung gestellten Druck um in den erwünschten hohen Einspritzdruck.

Stand der Technik

35

Aus DE 4311627 A1 ist eine Kraftstoff-Einspritzeinrichtung für Brennkraftmaschinen bekannt, bei der die Einspritzventile zur Erhöhung des Einspritzdruckes auf bis zu 2000 bar einen Druckverstärker aufweisen. In Folge der Hubbewegung eines Verstärkerkolbens vergrößert sich der Kraftstoffdruck in einem Einspritzdruckraum auf ein Vielfaches des angelegten Hochdruckes. Nach der Einspritzung von Kraftstoff aus dem Einspritzdruckraum in einen Brennraum sinkt der Druck im Einspritzdruckraum aufgrund der Rückstellung des

Verstärkerkolbens. Dadurch öffnet ein Rückschlagventil, so dass Kraftstoff mit dem angelegten Hochdruck in den Einspritzdruckraum einströmen kann (Wiederbefüllung). Die Integration eines solchen Rückschlagventils in eine Kraftstoff-Einspritzeinrichtung bedeutet jedoch einen erheblichen fertigungstechnischen Aufwand. Die Unterbringung des Rückschlagventils im vorhandenen Bauraum ist schwierig zu realisieren.

Darstellung der Erfindung

Die erfindungsgemäße Kraftstoff-Einspritzeinrichtung vermeidet die im Stand der Technik auftretenden Nachteile und ermöglicht es, mit einem reduzierten fertigungstechnischen Aufwand eine Wiederbefüllung des Druckverstärkers sicherzustellen. In vorteilhafter Weise ist die Unterbringung eines Rückschlagventils zu diesem Zweck bei der erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritzeinrichtung nicht mehr notwendig.

Diese Vorteile werden erfindungsgemäß erreicht durch eine Kraftstoff-Einspritzeinrichtung für Brennkraftmaschinen mit einer durch eine Kraftstoff-Hochdruckquelle mit Kraftstoff versorgbaren Kraftstoff-Einspritzdüse, die einen beweglichen Düsenkolben zum Öffnen und Verschließen von Einspritzöffnungen, einen Einspritzdüsen-Hochdruckraum und einen Einspritzdüsen-Steuerraum aufweist, wobei zwischen die Kraftstoff-Einspritzdüse und die Kraftstoff-Hochdruckquelle eine Druckübersetzungs-Einrichtung geschaltet ist, die einen beweglichen Druckübersetzer-Kolben, einen Druckübersetzer-Arbeitsraum und einen Druckübersetzer-Hochdruckraum aufweist, wobei eine bei geschlossener Kraftstoff-Einspritzdüse zum Befüllen des Druckübersetzer-Hochdruckraums offene Füllverbindung bei geöffneter Kraftstoff-Einspritzdüse verschlossen ist.

Das Verschließen der beim Befüllen offenen Füllverbindung ist dabei an das Bewegen des Düsenkolbens in Öffnungsrichtung zum Freigeben der Einspritzöffnungen gekoppelt.

In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist dabei die Füllverbindung bei offener Kraftstoff-Einspritzdüse durch den Düsenkolben verschlossen.

Dadurch, dass z.B. der Düsenkolben die Füllverbindung bei geöffneter Kraftstoff-Einspritzdüse während der Kraftstoff-Einspritzung verschließt und bei geschlossener Kraftstoff-Einspritzdüse nach der Kraftstoff-Einspritzung wieder freigibt, wird zum Befüllen des Druckübersetzer-Hochdruckraumes beim Rückstellen des Druckübersetzer-Kolbens kein Rückschlagventil benötigt.

Vorzugsweise bewirkt bei der erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritz-Einrichtung eine Druckänderung in einem in der Druckübersetzungs-Einrichtung enthaltenen Druckübersetzer-Steuerraum und/oder in dem Druckübersetzer-Arbeitsraum eine Druckänderung im Druckübersetzer-Hochdruckraum. Der Druckübersetzer-Kolben verdichtet während der Kraftstoff-Einspritzung durch seinen Hub den Kraftstoff im Druckübersetzer-Hochdruckraum auf einen Einspritzhochdruck, der höher als der Kraftstoff-Hochdruck in der Kraftstoff-Hochdruckquelle ist. Bei offener Kraftstoff-Einspritzdüse wird Kraftstoff unter Einspritzhochdruck durch die Einspritzöffnungen in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt.

In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist das Öffnen und Verschließen der Einspritzöffnungen über ein Steuerventil steuerbar. Dabei handelt es sich vorzugsweise um eine 3/2-Ventil. Das Steuerventil kann z. B. bei einem druckgesteuerten Kraftstoffinjektor das Öffnen und Verschließen der Einspritzöffnungen durch das Ansteuern der Druckübersetzungs-Einrichtung bewirken.

Zeichnung

Anhand der Zeichnung wird die Erfindung nachstehend näher erläutert.

Es zeigt:

Figur 1 einen Hydraulikschaltplan einer erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritz-einrichtung im Ruhezustand bzw. beim Rückstellen,

Figur 2 einen Hydraulikschaltplan einer erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritz-einrichtung bei der Einspritzung,

Figur 3 eine erfindungsgemäße Kraftstoff-Einspritzeinrichtung in koaxialer Bauform und

Figur 4 eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritzeinrichtung im Ruhezustand bzw. beim Befüllen.

Ausführungsvarianten

Figur 1 zeigt einen Hydraulikschaltplan einer erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritzeinrichtung, die sich im Ruhezustand befindet bzw. beim Zurückstellen.

Das System umfasst eine Kraftstoff-Hochdruckquelle 1, beispielsweise einen Druckspeicher (Common-Rail), der durch eine Hochdruckpumpe auf bis zu 1600 bar verdichteten Kraftstoff speichert. Von der Kraftstoff-Hochdruckquelle 1 wird der Kraftstoff über eine Hochdruckleitung 27 zu den Injektoren geleitet, die jeweils ein Steuerventil 14, eine Druckübersetzungs-Einrichtung 7 und eine Kraftstoff-Einspritzdüse 2 enthalten.

Das Steuerventil 14 ist in dieser bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ein 3/2-Ventil. In Figur 1 befindet sich das Steuerventil 14 in einer ersten Schaltstellung 15, bei der die Hochdruckleitung 27 zu einem Druckübersetzer-Steuerraum 12 der Druckübersetzungs-Einrichtung 7 hin geöffnet ist und eine zu einem nicht näher dargestellten Niederdrucksystem führende Niederdruckleitung 17 geschlossen ist. In der zweiten Schaltstellung 16 (nicht in Figur 1 dargestellt) verschließt das Steuerventil 14 die Verbindung zwischen der Hochdruckleitung 27 und dem Druckübersetzer-Steuerraum 12 und stellt eine Verbindung zwischen dem Druckübersetzer-Steuerraum 12 und der Niederdruckleitung 17 her. Das Steuerventil 14 kann z. B. Piezo- oder ein Magnetventil sein. Durch die Verwendung eines schnell schaltenden Piezoventils als Steuerventil können auch bei hohem Düsenöffnungsdruck kleine Einspritzmengen in definierter Weise und mit kleinen Mengentoleranzen in den Brennraum 25 der Brennkraftmaschine eingespritzt werden. Ferner ergeben sich aufgrund des schnellen Schaltvorgangs geringe Leckageverluste. Ferner kann das Steuerventil 14 als direkt gesteuertes Ventil oder als Servoventil ausgeführt sein.

Die Druckübersetzungs-Einrichtung 7 enthält einen Druckübersetzer-Kolben 8, der mittels einer Rückstellfeder 13 federnd gelagert ist. Der Druckübersetzer-Kolben 8 trennt einen Druckübersetzer-Hochdruckraum 9 von einem Druckübersetzer-Arbeitsraum 11, der über die Hochdruckleitung 27 an die Kraftstoff-Hochdruckquelle angeschlossen ist. Die zur Lagerung des Druckübersetzer-Kolbens 8 verwendete Rückstellfeder 13 ist in dem Druckübersetzer-Steuerraum 12 angeordnet. Der Druckübersetzer-Kolben 8 lässt sich in zwei Bereiche einteilen, einen ersten (durchmessergrößeren) Druckübersetzer-Kolbenteilbereich 18 und einen zweiten (durchmesserkleineren) Druckübersetzerkolben-Teilbereich 19. Die beiden Druckübersetzerkolben-Teilbereiche 18, 19 sind getrennte Bauteile, können aber auch fest miteinander verbunden oder als ein einziges Bauteil ausgeführt sein. Das Gehäuse 28 der Druckübersetzungs-Einrichtung 7 weist eine stufenförmige Verjüngung auf. Durch den ersten Druckübersetzerkolben-Teilbereich 18 des in dem Gehäuse 28 verschiebbar angeordneten Druckübersetzer-Kolbens 8 wird der Innenraum der Druckübersetzungs-Einrichtung 7 in zwei Bereiche aufgeteilt, die bis auf Leckageverluste flüssigkeitsdicht voneinander getrennt sind. Der eine Bereich ist der mit der Kraftstoff-Hochdruckquelle 1 über die Hochdruckleitung 27 verbundene Druckübersetzer-Arbeitsraum 11, der zweite

Bereich weist die oben erwähnte, stufenförmige Verjüngung auf, in die der zweite Druckübersetzerkolben-Teilbereich 19 verschiebbar hineinragt. Dadurch wird der verjüngte Bereich flüssigkeitsdicht vom Rest des zweiten Bereichs abgegrenzt, so dass ein Druckübersetzer-Steuerraum 12 und ein Druckübersetzer-Hochdruckraum 9 ausgebildet werden. Der Druckübersetzer-Arbeitsraum 11 ist über die Hochdruckleitung 27 mit der Kraftstoff-Hochdruckquelle 1 verbunden. Der Druckübersetzer-Steuerraum 12 ist über das Steuerventil 14 entweder mit der Kraftstoff-Hochdruckquelle 1 (erste Schaltstellung 15) oder mit der Niederdruckleitung 17 (zweite Schaltstellung 16) verbindbar. Der Druckübersetzer-Hochdruckraum 9 ist über eine Einspritzhochdruckleitung 29 mit einem Einspritzdüsen-Hochdruckraum 21 der Kraftstoff-Einspritzdüse 2 verbunden und mit einem in der Kraftstoff-Einspritzdüse 2 enthaltenen Einspritzdüsen-Steuerraum 20 über eine Füllverbindung 10 verbindbar. In dieser bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Füllverbindung 10 zwischen dem Druckübersetzer-Hochdruckraum 9 und dem Einspritzdüsen-Steuerraum 20 angeordnet. Die Füllverbindung 10 enthält dabei vorzugsweise eine Drossel 23.

Die Kraftstoff-Einspritzdüse 2 umfasst einen Düsenkolben 3 und ragt mit ihren Einspritzöffnungen 6 in den Brennraum 25 eines Zylinders einer Brennkraftmaschine hinein. Der Düsenkolben 3 ist in zwei Bereiche einteilbar, den oberen (durchmessergrösseren) Düsenkolben-Teilbereich 4 und die (durchmesserkleinere) Düsennadel 5, wobei der obere Düsenkolben-Teilbereich 4 über eine Druckschulter 30 in die Düsennadel 5 übergeht. Im Bereich der Druckschulter 30 ist der Düsenkolben 3 von dem Einspritzdüsen-Hochdruckraum 21 umgeben.

Im Ruhezustand (Figur 1) ist das Steuerventil 14 nicht angesteuert (erste Schaltstellung 15) und es findet keine Einspritzung statt. Bei dieser bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist der Druckübersetzer-Hochdruckraum 9 bei geschlossener Kraftstoff-Einspritzdüse 2 über das Steuerventil 14 (in einer ersten Schaltstellung 15) den Druckübersetzer-Steuerraum 12, den Einspritzdüsenraum 20 und die Füllverbindung 10 mit der Kraftstoff-Hochdruckquelle 1 verbunden. Es liegt dann der Hochdruck der Kraftstoff-Hochdruckquelle 1 an folgenden Stellen an:

- in der Hochdruckleitung 27,
- im dem Druckübersetzer-Arbeitsraum 11,
- über die Hochdruck-Verbindungsleitung 31 an dem Steuerventil 14,
- über die erste Verbindungsleitung 32 im Druckübersetzer-Steuerraum 12,
- über die zweite Verbindungsleitung 33 im Einspritzdüsen-Steuerraum 20,
- über die Füllverbindung 10 im Druckübersetzer-Hochdruckraum 9 und
- über die Einspritzhochdruckleitung 29 im Einspritzdüsen-Hochdruckraum 21.

Somit sind im Ruhezustand alle Druckräume (11, 12, 9) der Druckübersetzungs-Einrichtung 7 mit Hochdruck beaufschlagt und der Druckübersetzer-Kolben 8 ist druckausgeglichen. Die Druckübersetzungs-Einrichtung 7 ist deaktiviert und es findet keine Druckverstärkung statt. Über die Rückstellfeder 13 wird der Druckübersetzer-Kolben 8 in seiner Ausgangslage gehalten. Der Hochdruck im Einspritzdüsen-Steuerraum 20 bringt eine hydraulische Schließkraft auf den Düsenkolben 3 auf, die die Kraftstoff-Einspritzdüse 2 zusammen mit der Schließkraft der Schließfeder 24 geschlossen hält. Diese beiden Kräfte sind zusammen größer als die in Öffnungsrichtung auf den Düsenkolben 3 im Einspritzdüsen-Hochdruckraum 21 wirkende hydraulische Kraft, so dass die Einspritzöffnungen 6 trotz des ständig im Einspritzdüsen-Hochdruckraum 1 anstehenden Hochdruckes durch die Düsennadel 50 verschlossen bleiben. Es findet folglich keine Einspritzung statt.

Figur 2 zeigt einen Hydraulikschaltplan einer erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritzeinrichtung bei der Einspritzung.

Der Aufbau der in Figur 2 gezeigten Kraftstoff-Einspritzeinrichtung entspricht demjenigen in Figur 1. Die Einspritzung von Kraftstoff in den Brennraum 25 wird eingeleitet durch die Aktivierung des 3/2-Wege-Steuerventils 14. Es wird von der ersten Schaltstellung 15 (Verbindung Druckübersetzer-Steuerraum 12 über die erste Verbindungsleitung 32, Hochdruck-Verbindungsleitung 31 und Hochdruckleitung 27 mit der Kraftstoff-Hochdruckquelle 1) in die zweite Schaltstellung 16 geschaltet. In der zweiten Schaltstellung 16 ist der Druckübersetzer-Steuerraum 12 mit der Niederdruckleitung 17 verbunden. Es erfolgt somit eine Druckentlastung des Druckübersetzer-Steuerraums 12, wodurch die Druckübersetzungs-Einrichtung 7 aktiviert wird. Gleichzeitig wird auch der Einspritzdüsen-Steuerraum 20 druckentlastet.

Bei der in Figur 2 dargestellten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Kraftstoff-Hochdruckquelle 1 (auch während der Einspritzung) über eine Hochdruckleitung 27 mit dem in der Druckübersetzungs-Einrichtung 7 enthaltenen Druckübersetzer-Arbeitsraum verbunden. Im Druckübersetzer-Arbeitsraum 11 wirkt auf die grosse Kolbenfläche 35 des ersten Druckübersetzerkolben-Teilbereichs 18 der Hochdruck aus der Kraftstoff-Hochdruckquelle 1 in Verdichtungsrichtung 36. Entgegen der Verdichtungsrichtung 36 wirkt lediglich der Niederdruck im Druckübersetzer-Steuerraum 12, die Kraft der Rückstellfeder 13 und der Hochdruck im Druckübersetzer-Hochdruckraum 9, der jedoch nur auf die kleine Kolbenfläche 37 wirkt. Die Kraft in Verdichtungsrichtung 36 überwiegt. Der Druckübersetzer-Kolben 8 bewegt sich daher in Verdichtungsrichtung 36 im Gehäuse 28 der Druckübersetzungs-Einrichtung 7 und verdichtet den Kraftstoff im

Druckübersetzer-Hochdruckraum 9 und erhöht damit auch den Druck im Einspritzdüsen-Hochdruckraum 21. Durch den Druckunterschied zwischen dem Einspritzdüsen-Hochdruckraum 21 und dem Einspritzdüsen-Steuerraum 20 bewegt sich der Düsenkolben 3 in Öffnungsrichtung entgegen der Schließkraft der Schließfeder 24 und gibt die Einspritzöffnungen 6 frei. In den Brennraum 25 wird nun Kraftstoff 34 unter einem gegenüber dem Druck in der Kraftstoff-Hochdruckquelle 1 durch die Druckübersetzungs-Einrichtung 7 erhöhten Druck eingespritzt.

Im geöffneten Zustand der Kraftstoff-Einspritzdüse 2 ist die Füllverbindung 10 zwischen dem Einspritzdüsen-Steuerraum 20 und dem Druckübersetzer-Hochdruckraum 9 durch den Düsenkolben 3 verschlossen. Dabei wirkt ein Ende des Düsenkolbens 3 mit dem Dichtsitz 26 zusammen. Während der Einspritzung kann folglich keine Verlustmenge aus dem Druckübersetzer-Hochdruckraum 9 über die in der Füllverbindung 10 enthaltene Drossel 23 entweichen.

Solange der Druckübersetzer-Steuerraum 12 druckentlastet ist, bleibt die Druckübersetzungs-Einrichtung 7 aktiviert und der Druckübersetzer-Kolben 8 verdichtet den Kraftstoff in dem Druckübersetzer-Hochdruckraum 9. Der verdichtete Kraftstoff wird zur Düsennadel 5 weitergeleitet und in den Brennraum 25 eingespritzt.

Zum Beenden der Einspritzung wird das Steuerventil wieder in die erste Schaltstellung 15 zurückgeschaltet (Figur 1), so dass der Druckübersetzer-Steuerraum 9 und der Einspritzdüsenraum 20 von der Niederdruckleitung 17 getrennt und mit der Kraftstoff-Hochdruckquelle 1 verbunden werden kann. In den Druckübersetzer-Steuerraum 9 baut sich dadurch wieder der Hochdruck auf. Im Druckübersetzer-Hochdruckraum 9 fällt der Druck auf den durch die Kraftstoff-Hochdruckquelle 1 erzeugten Hochdruck ab. Der Druckübersetzer-Kolben 8 ist nun hydraulisch ausgeglichen.

Im Einspritzdüsen-Steuerraum 20 und im Einspritzdüsen-Hochdruckraum 21 baut sich ebenfalls der Kraftstoff-Hochdruckquellen-Hochdruck auf, so dass auch der Düsenkolben 3 der Kraftstoff-Einspritzdüse 2 hydraulisch ausgeglichen ist. Der Düsenkolben 3 wird dann durch die Kraft der Schließfeder 24 in Schließrichtung bewegt, bis die Einspritzöffnungen 6 durch die Düsennadel 5 verschlossen werden. Die Einspritzung ist beendet und die Füllverbindung 10 wird durch die Bewegung des Düsenkolbens 3 in Schließrichtung wieder freigegeben.

Nach dem Druckausgleich des Systems wird der Druckübersetzer-Kolben 8 durch die Kraft der Rückstellfeder 13 in Rückstellrichtung 38 bewegt, bis er in seine Ausgangslage zu-

rückgestellt ist. Dabei wird der Druckübersetzer-Hochdruckraum 9 über die in der Füllverbindung 10 enthaltene Drossel 23 aus dem Einspritzdüsen-Steuerraum 20 wieder gefüllt. Die Befüllung erfolgt automatisch, ohne dass ein zusätzliches Rückschlagventil notwendig wäre.

5

Zur Stabilisierung der Schaltsequenzen können noch zusätzliche Maßnahmen zur Dämpfung von Schwingungen zwischen der Kraftstoff-Hochdruckquelle 1 und dem Injektor getroffen werden. Dies kann z. B. durch eine optimierte Auslegung einer Drossel 22 in der Hochdruckleitung 27 erfolgen. Alternativ dazu kann an einer beliebigen Stelle der Zulei-

10

10 tung (27, 31, 32) ein (nicht dargestelltes) Drosselrückschlagventil eingesetzt werden.

Figur 3 zeigt eine erfindungsgemäße Kraftstoff-Einspritzeinrichtung in coaxialer Bauform.

15

Dabei sind die Druckübersetzungs-Einrichtung und die Kraftstoff-Einspritzdüse coaxial zueinander in einem gemeinsamen Injektorgehäuse 39 angeordnet. In dem Injektorgehäuse 39 sind zwei relativ zueinander bewegliche Teile federnd gelagert: Ein Druckübersetzer-Kolben 8 und ein Düsenkolben 3. Der Druckübersetzer-Kolben 8 weist einen ersten (durchmessergrößeren) Druckübersetzerkolben-Teilbereich 18 und einen zweiten (durchmesserkleineren) Druckübersetzerkolben-Teilbereich 19 auf. Das Injektorgehäuse 39 weist ebenfalls eine stufenförmige Verjüngung 41 auf. Der (durchmessergrößere) erste Druckübersetzerkolben-Teilbereich 19 wird axial und weitgehend flüssigkeitsdicht vom durchmessergrößeren Teil des Injektorgehäuses 39 geführt. Der (durchmesserkleinere) zweite Druckübersetzerkolben-Teilbereich 19 befindet sich teilweise in dem durchmessergrößeren Teil des Injektorgehäuses 39 und taucht teilweise in den durchmesserkleineren Teil des Injektorgehäuses ein, wo er axial verschiebbar und weitgehend flüssigkeitsdicht geführt wird. Der durchmessergrößere erste Druckübersetzerkolben-Teilbereich 18 teilt in dem Innenraum des Injektorgehäuses 39 den Druckübersetzer-Arbeitsraum 11 und den Druckübersetzer-Steuerraum 12 ab. In dem Druckübersetzer-Steuerraum 12 ist die dem durchmesserkleineren zweiten Druckübersetzerkolben-Teilbereich 19 umgebende Rückstellfeder 13 angeordnet. Die Rückstellfeder 13 stützt sich einerseits im Bereich der stufenförmigen Verjüngung 41 des Injektorgehäuses 39 und andererseits an dem durchmessergrößeren ersten Druckübersetzerkolben-Teilbereich 18 ab. Im Ruhezustand drückt sie den Druckübersetzer-Kolben 8 gegen ein in dem Injektorgehäuse 39 angeordnetes Begrenzungselement 42 in seine Ruheposition. Der Druckübersetzer-Kolben 8 ist als Hohlkolben ausgebildet: Er enthält eine zentrale durchgängige Bohrung 43. Der Düsenkolben 3 wird in einem Führungsbereich 44 in dieser Bohrung 43 weitgehend flüssigkeitsdicht geführt.

30

35

Am Injektorgehäuse 39 ist im Bereich des Druckübersetzer-Arbeitsraumes 11 ein in Form eines Zylinders in die Bohrung 43 ragendes Druckstück 45 befestigt. Auf der dem Düsenkolben 3 zugewandten Seite weist das Druckstück 45 eine Verjüngung auf, auf die eine Schließfeder 24 aufgezogen ist. Die Schließfeder 24 stützt sich einerseits gegen das Druckstück 45 ab und drückt andererseits gegen das in die Bohrung 42 hineinragende Ende des Düsenkolbens 3. Zwischen dem Düsenkolben 3 und dem Druckstück 45 ist genügend Freiraum, um ein Abheben der Düsenadel 5 von den Einspritzöffnungen 6 entgegengesetzt zu der Kraft der Schließfeder 24 während eines Einspritzvorganges zu erlauben.

- 10 Die Schließfeder 24 ist in der Bohrung 43 von dem Einspritzdüsen-Steuerraum 20 umgeben. Bei der in Figur 3 dargestellten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist somit der Einspritzdüsen-Steuerraum 20 in dem als Hohlkolben ausgebildete Druckübersetzer-Kolben 8 angeordnet. Der Druckübersetzer-Kolben 3 enthält mindestens eine Öffnung 46, über die der Einspritzdüsen-Steuerraum 20 ständig mit dem Druckübersetzer-Steuerraum 12 verbunden ist, so dass in den beiden Räumen 12, 20 stets der Druck ausgeglichen wird.

- Alternativ dazu könnte der Einspritzdüsen-Steuerraum 20 statt mit dem Druckübersetzer-Steuerraum 12 z.B. mit dem Druckübersetzer-Arbeitsraum 11 verbunden sein. Dann wird
20 der Einspritzdüsen-Steuerraum 20 nicht gemeinsam mit dem Druckübersetzer-Steuerraum 12 entlastet, sondern bleibt ständig auf dem Druckniveau des Arbeitsraumes 11. Dies wäre ebenfalls möglich, da im Einspritzdüsen-Hochdruckraum 21 durch die Druckübersetzungseinrichtung 7 ein höherer Druck aufgebaut wird und die Kraftstoff-Einspritzdüse 2 somit öffnet. Zur Verbindung des Einspritzdüsen-Steuerraumes 20 mit dem Druckübersetzer-
25 Arbeitsraum 11 könnte z.B. das Druckstück 45 im Durchmesser verkleinert werden, sodass es nicht mehr hochdruckdicht in dem Druckübersetzer-Kolben 8 geführt würde, sondern entlang des Druckstückes 45 eine Verbindung zwischen den beiden Räumen 20, 11 bestehen würde.

- 30 In der Anordnung gemäß Figur 3 fallen der Druckübersetzer-Hochdruckraum 9 und der Einspritzdüsen-Hochdruckraum 21 gemäß Figuren 1 und 2 zusammen und werden von dem Hochdruckraum 47 gebildet. Die eine Drossel 23 enthaltende Füllverbindung 10 zwischen dem Einspritzdüsen-Steuerraum 20 und dem Hochdruckraum 47 verläuft bei dieser bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in dem Düsenkolben 3.

35

Die Zumessung des Kraftstoffs in den Brennraum 25 erfolgt wiederum durch Aktivierung des 3/2-Wege-Steuerventils 14. Dadurch wird der Druckübersetzer-Steuerraum 12 über die Verbindungsleitung 32 mit der Niederdruckleitung 17 verbunden und somit druckentlastet.

Dies aktiviert die Druckübersetzungs-Einrichtung und der Kraftstoff wird im Hochdruckraum 47 durch den Druckübersetzer-Kolben 3 verdichtet. Der verdichtete Kraftstoff wird entlang der Düsennadel 5 weitergeleitet. Der Düsenkolben 3 gibt schließlich in Folge der steigenden öffnenden Druckkraft im Hochdruckraum 47 die Einspritzöffnungen 6 frei und der Kraftstoff wird in den Brennraum 25 eingespritzt. Bei geöffneter Kraftstoff-Einspritzdüse liegt der Düsenkolben 3 mit dem Dichtsitz 26 an dem Druckstück 45 an und verschließt so die Füllverbindung 10 flüssigkeitsdicht. So kann kein komprimierter Kraftstoff von dem Hochdruckraum 47 in den Einspritzdüsen-Steuerraum 20 zurückfließen.

- 10 Zum Beenden der Einspritzung wird durch das Steuerventil 14 der Druckübersetzer-Steuerraum 12 wieder mit der Kraftstoff-Hochdruckquelle 1 verbunden. Dadurch baut sich in dem Druckübersetzer-Steuerraum 12 und über die Öffnung 46 in dem Einspritzdüsen-Steuerraum 20 der von der Kraftstoff-Hochdruckquelle erzeugte Kraftstoff-Hochdruck auf. Der Druck im Hochdruckraum 47 fällt auf den Kraftstoff-Hochdruckquellen-Hochdruck ab, woraufhin der Druckübersetzer-Kolben 8 hydraulisch ausgeglichen ist, ebenso wie der Düsenkolben 3. Durch die Kraft der Federn 13, 24 werden beide Kolben 3, 8 in ihrer Ruheposition bewegt. Die Düsennadel verschließt die Einspritzöffnungen 6 und der Düsenkolben 3 hebt den Dichtsitz 26 von dem Druckstück 45 ab. Somit wird die Füllverbindung 10 geöffnet, so dass der Hochdruckraum 47 über die Füllverbindung 10 und weitere Räume 20, 12 und Verbindungen 46, 32, 31, 27 mit der Kraftstoff-Hochdruckquelle 1 verbunden ist. So wird der Hochdruckraum 47 beim Rückstellen des Druckübersetzer-Kolbens 8 über die Füllverbindung 10 befüllt.

- 25 Durch das Zusammenlegen von Druckübersetzer-Hochdruckraum und Einspritzdüsen-Hochdruckraum, den als Hohlkolben ausgeführten Druckübersetzer-Kolben und die in dem Düsenkolben enthaltene Füllverbindung lässt sich bei dieser bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in vorteilhafter Weise eine besonders kompakte Konstruktion der Kraftstoff-Einspritzeinrichtung erreichen.

- 30 Figur 4 zeigt eine weitere bevorzugte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Kraftstoff-Einspritzeinrichtung im Ruhezustand bzw. beim Befüllen.

- 35 Im Ruhezustand (keine Einspritzung) befindet sich das Steuerventil 14 in einer ersten Schaltstellung 15, in der es den Druckübersetzer-Arbeitsraum 11 mit der Niederdruckleitung 17 verbindet. Der Einspritzdüsen-Steuerraum 20 sowie der im Ruhezustand damit über die Füllverbindung 10 verbundene Druckübersetzer-Hochdruckraum 9 und der Einspritzdüsen-Hochdruckraum 21 sind über eine zweite Niederdruckleitung 48 mit einem nicht weiter dargestellten Niederdruckbereich verbunden, ebenso wie der Druckübersetzer-

Steuerraum 12 über eine dritte Niederdruckleitung 49. Bei dieser bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung sind also bei geschlossener Kraftstoff-Einspritzdüse 2 der Druckübersetzer-Hochdruckraum 9 über die Füllverbindung 10 und über den Einspritzdüsen-Steuerraum 20, der Druckübersetzer-Steuerraum 12 und der Druckübersetzer-Arbeitsraum 11 mit mindestens einer Niederdruckleitung 17, 48, 49 verbunden. Somit ist sowohl der Druckübersetzer-Kolben 8 als auch der Düsenkolben 3 im Ruhezustand hydraulisch ausgeglichen und beide Kolben 8, 3 werden durch die zugeordnete Feder 13, 24 in ihrer Ruheposition gehalten. Die Einspritzöffnungen 6 sind zum Brennraum 25 hin durch die Düsennadel 5 verschlossen.

Zur Einspritzung wird das Steuerventil 14 von der ersten Schaltstellung 15 in die zweite Schaltstellung 16 geschaltet. In der zweiten Schaltstellung 16 ist der Druckübersetzer-Arbeitsraum 11 mit der Kraftstoff-Hochdruckquelle 1 verbunden. In dem Druckübersetzer-Arbeitsraum 11 baut sich der von der Kraftstoff-Hochdruckquelle 1 erzeugte Druck auf. Der Druckübersetzer-Kolben 8 bewegt sich dadurch in Verdichtungsrichtung und verdichtet den Kraftstoff im Druckübersetzer-Hochdruckraum 9 auf übersetzten Druck. Dieser wird in den Einspritzdüsen-Hochdruckraum 21 weitergeleitet. Der Düsenkolben 3 bewegt sich durch die so erzeugte Druckkraft in Öffnungsrichtung und gibt die Einspritzöffnungen 6 frei. Gleichzeitig wird die Füllverbindung 10 vom Druckübersetzer-Hochdruckraum 9 zum Einspritzdüsen-Steuerraum 20 durch den Düsenkolben 3 verschlossen. So entsteht keine Verlustmenge während der Einspritzung.

Zum Beenden des Einspritzvorganges wird das Steuerventil 14 in die erste Schaltstellung 15 zurückgeschaltet. Der Druckübersetzer-Arbeitsraum 11 ist dann wieder mit der Niederdruckleitung 17 verbunden. Im Druckübersetzer-Hochdruckraum 9 stellt sich ebenfalls der Niederdruck ein und folglich auch im Einspritzdüsen-Hochdruckraum 21. Daher schließt die Düsennadel 5 und der Düsenkolben 3 gibt die Füllverbindung 10 frei. Der Druckübersetzer-Hochdruckraum 9 wird beim Rückstellen 38 des Druckübersetzer-Kolben 8 über die Füllverbindung 10 aus dem Niederdrucksystem befüllt. Die Füllverbindung 10 kann bei Bedarf eine Drossel 23 enthalten.

Bezugszeichenliste

	1	Kraftstoff-Hochdruckquelle
	2	Kraftstoff-Einspritzdüse
5	3	Düsenkolben
	4	oberer Düsenkolben-Teilbereich
	5	Düsennadel
	6	Einspritzöffnungen
	7	Druckübersetzungs-Einrichtung
10	8	Druckübersetzer-Kolben
	9	Druckübersetzer-Hochdruckraum
	10	Füllverbindung
	11	Druckübersetzer-Arbeitsraum
	12	Druckübersetzer-Steuerraum
	13	Rückstellfeder
	14	Steuerventil
	15	erste Schaltstellung
	16	zweite Schaltstellung
	17	Niederdruckleitung
20	18	erster Druckübersetzerkolben-Teilbereich
	19	zweiter Druckübersetzerkolben-Teilbereich
	20	Einspritzdüsen-Steuerraum
	21	Einspritzdüsen-Hochdruckraum
	22	erste Drossel
25	23	zweite Drossel
	24	Schließfeder
	25	Brennraum
	26	Dichtsitz
	27	Hochdruckleitung
30	28	Gehäuse der Druckübersetzungs-Einrichtung
	29	Einspritzhochdruckleitung
	30	Druckschulter
	31	Hochdruck-Verbindungsleitung
	32	erste Verbindungsleitung
35	33	zweite Verbindungsleitung
	34	eingespritzter Kraftstoff
	35	große Kolbenfläche
	36	Verdichtungsrichtung

37 kleine Kolbenfläche
38 Rückstellrichtung
39 Injektorgehäuse

5 41 stufenförmige Verjüngung
42 Begrenzungselement
43 Bohrung
44 Führungsbereich
45 Druckstück
10 46 Öffnung
47 Hochdruckraum
48 zweite Niederdruckleitung
49 dritte Niederdruckleitung

Patentansprüche

1. Kraftstoff-Einspritzeinrichtung für Brennkraftmaschinen mit einer durch eine Kraftstoff-Hochdruckquelle (1) mit Kraftstoff versorgbaren Kraftstoff-Einspritzdüse (2), die einen beweglichen Düsenkolben (3) zum Öffnen und Verschließen von Einspritzöffnungen (6), einen Einspritzdüsen-Hochdruckraum (21) und einen Einspritzdüsen-Steuerraum (20) aufweist, wobei zwischen die Kraftstoff-Einspritzdüse (2) und die Kraftstoff-Hochdruckquelle (1) eine Druckübersetzungs-Einrichtung (7) geschaltet ist, die einen beweglichen Druckübersetzer-Kolben (8), einen Druckübersetzer-Arbeitsraum (11) und einen Druckübersetzer-Hochdruckraum (9) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass eine bei geschlossener Kraftstoff-Einspritzdüse (2) zum Befüllen des Druckübersetzer-Hochdruckraums (9) offene Füllverbindung (10) bei geöffneter Kraftstoff-Einspritzdüse (2) verschlossen ist.
2. Kraftstoff-Einspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Füllverbindung (10) bei geöffneter Kraftstoff-Einspritzdüse (2) durch den Düsenkolben (3) verschlossen ist.
3. Kraftstoff-Einspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Druckänderung in einem in der Druckübersetzungs-Einrichtung (7) enthaltenen Druckübersetzer-Steuerraum (12) und/oder in dem Druckübersetzer-Arbeitsraum (11) eine Druckänderung im Druckübersetzer-Hochdruckraum (9) bewirkt.
4. Kraftstoff-Einspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Öffnen und Verschliessen der Einspritzöffnungen (6) über ein Steuerventil (14) steuerbar ist.
5. Kraftstoff-Einspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Füllverbindung (10) zwischen dem Druckübersetzer-Hochdruckraum (9) und dem Einspritzdüsen-Steuerraum (20) angeordnet ist.
6. Kraftstoff-Einspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Füllverbindung (10) eine Drossel (23) aufweist.
7. Kraftstoff-Einspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kraftstoff-Hochdruckquelle (1) während der Einspritzung über eine Hochdruckleitung (27) mit dem in der Druckübersetzungs-Einrichtung (7) enthaltenen Druckübersetzer-Arbeitsraum (11) verbunden ist.

8. Kraftstoff-Einspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Füllverbindung (10) durch das Zusammenwirken des Düsenkolbens (3) mit einem Dichtsitz (26) verschließbar ist.

5

9. Kraftstoff-Einspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Dichtsitz (26) an dem Düsenkolben (3) ausgebildet ist, der zum Verschließen der Füllverbindung (10) mit einem Druckstück (45) zusammenwirkt.

10

10. Kraftstoff-Einspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Füllverbindung (10) in dem Düsenkolben (3) ausgebildet ist.

11. Kraftstoff-Einspritzeinrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Einspritzdüsen-Steuerraum (20) in dem als Hohlkolben ausgebildeten Druckübersetzer-Kolben (8) angeordnet ist.

20

12. Kraftstoff-Einspritzeinrichtung gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckübersetzer-Hochdruckraum (9) bei geschlossener Kraftstoff-Einspritzdüse (2) über ein Steuerventil (14) (in einer ersten Schaltstellung (15)), den Druckübersetzer-Steuerraum (12), den Einspritzdüsen-Steuerraum (20) und die Füllverbindung (10) mit der Kraftstoff-Hochdruckquelle (1) verbunden ist.

25

13. Kraftstoff-Einspritzeinrichtung gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass bei sich öffnender und offener Kraftstoff-Einspritzdüse (2) der Druckübersetzer-Steuerraum (12) und der Einspritzdüsen-Steuerraum (20) mit einer Niederdruckleitung (17) verbunden sind.

30

14. Kraftstoff-Einspritzeinrichtung gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass bei geschlossener Kraftstoff-Einspritzdüse (2) der Druckübersetzer-Hochdruckraum (9) über die Füllverbindung (10) und über den Einspritzdüsen-Steuerraum (20), der Druckübersetzer-Steuerraum (12) und der Druckübersetzer-Arbeitsraum (11) mit mindestens einer Niederdruckleitung (17, 48, 49) verbunden sind.

Zusammenfassung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Kraftstoff-Einspritzeinrichtung für Brennkraftmaschinen mit einer durch eine Kraftstoff-Hochdruckquelle (1) mit Kraftstoff versorgbare Kraftstoff-Einspritzdüse (2), die einen beweglichen Düsenkolben (3) zum Öffnen und Verschließen von Einspritzöffnungen, einen Einspritzdüsen-Hochdruckraum (21) und einen Einspritzdüsen-Steuerraum (20) aufweist, wobei zwischen die Kraftstoff-Einspritzdüse (2) und die Kraftstoff-Hochdruckquelle (1) eine Druckübersetzungs-Einrichtung (7) geschaltet ist, die einen beweglichen Druckübersetzer-Kolben (8), einen Druckübersetzer-Arbeitsraum (11), einen Druckübersetzer-Steuerraum (12) und einen Druckübersetzer-Hochdruckraum (9) aufweist, wobei eine bei geschlossener Kraftstoff-Einspritzdüse (2) zum Befüllen des Druckübersetzer-Hochdruckraumes (9) offene Füllverbindung (10) bei geöffneter Kraftstoff-Einspritzdüse (2) durch den Düsenkolben (3) verschlossen ist.

(Figur 1)

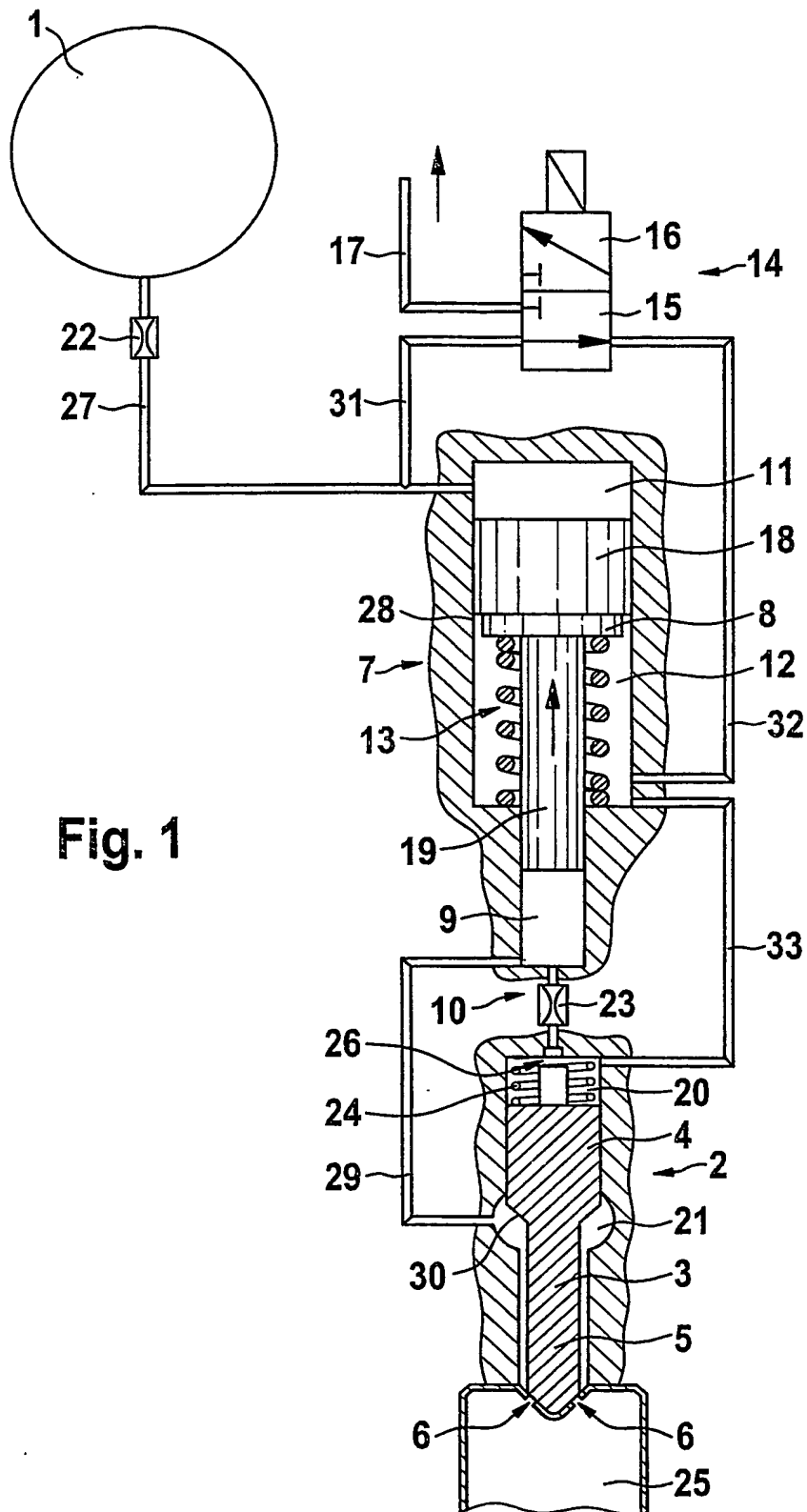
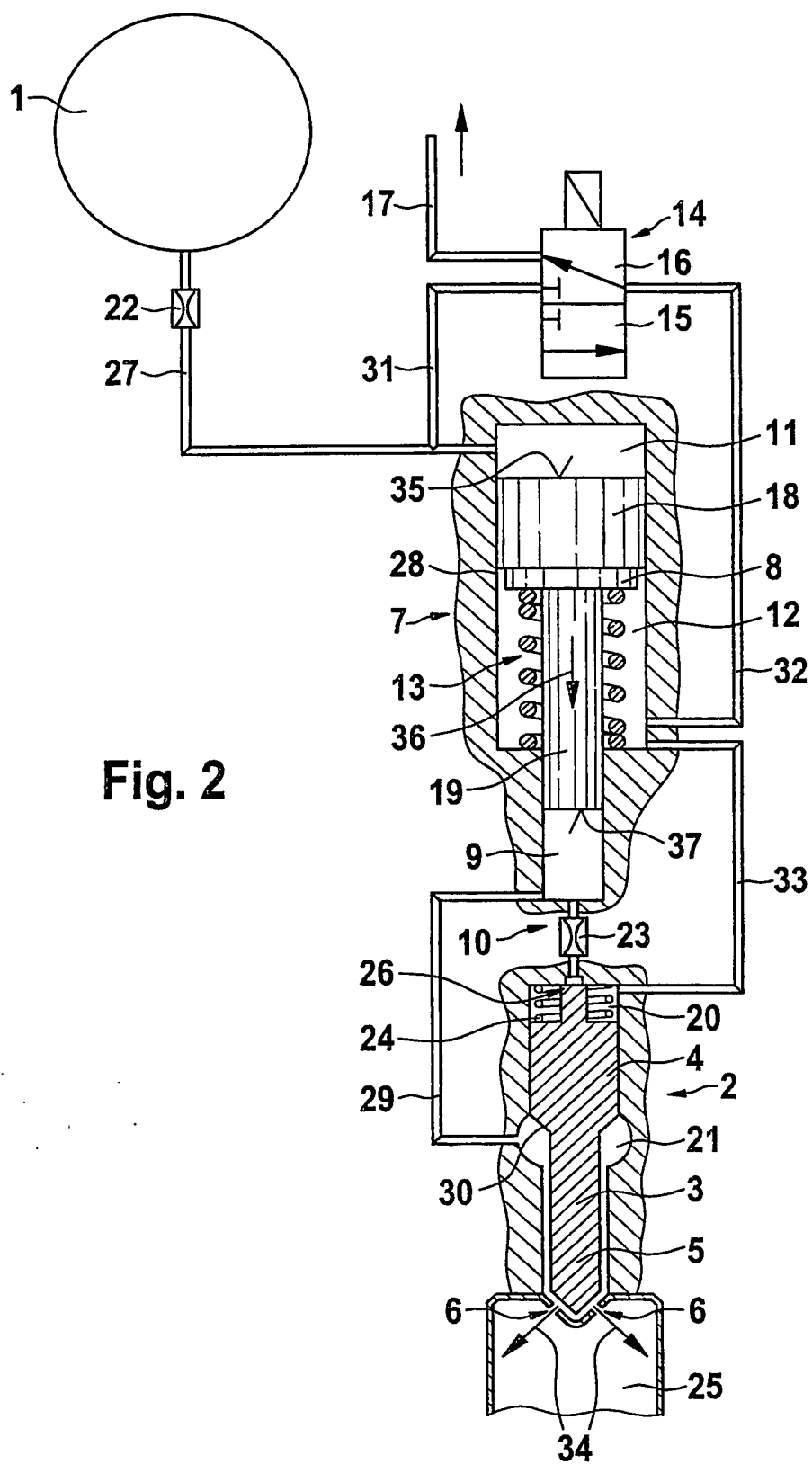
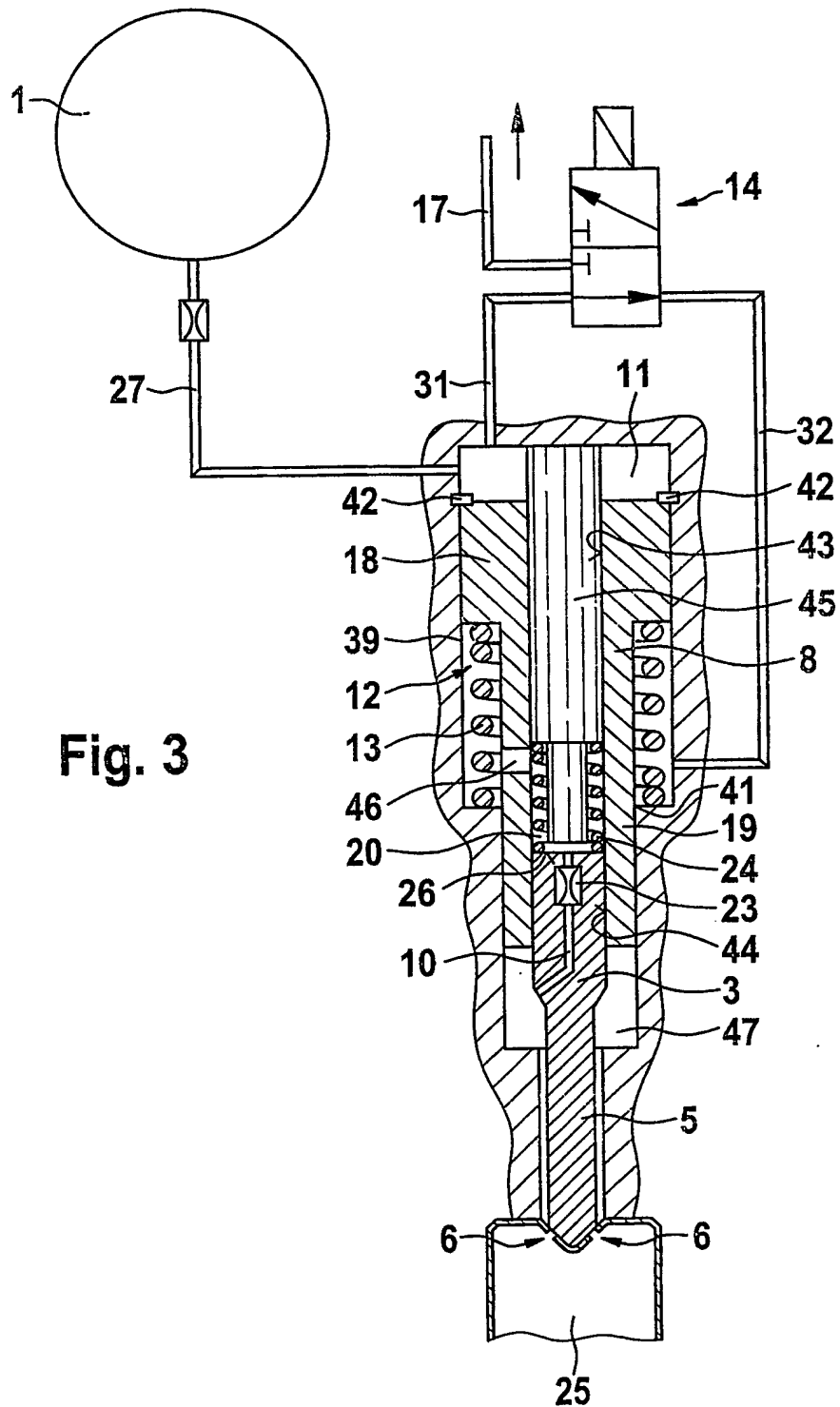


Fig. 1





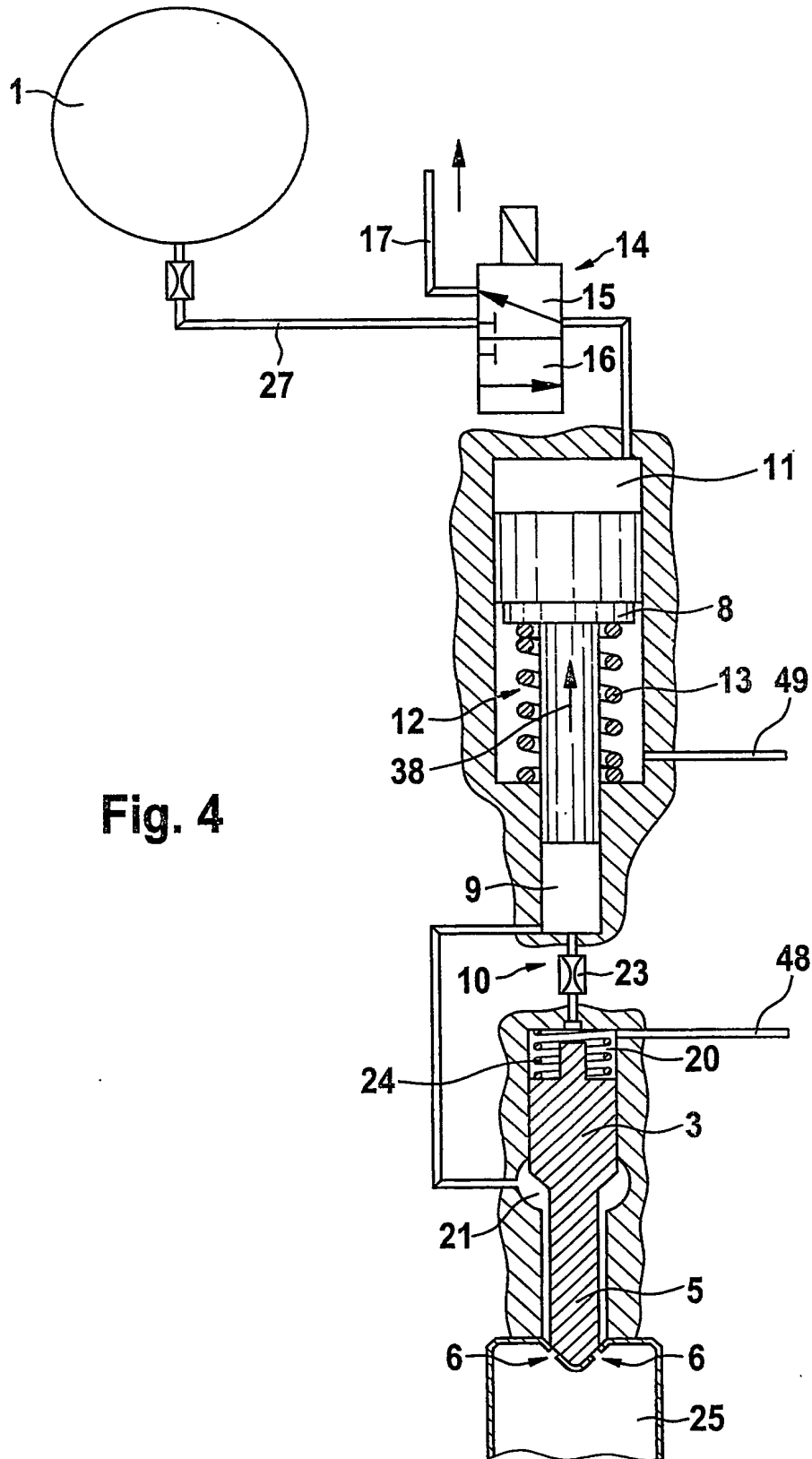


Fig. 4

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.